

IN THE UNITED STATES PATENT AND TRADEMARK OFFICE

In re Application of: )  
Yoshiaki SHIMIZU )  
Serial No.: to be assigned )  
Filed: December 23, 2003 )

For: Method for Processing a Preform for Optical Fiber, Burner System Useful for Carrying Out the Method and Apparatus Comprising the Burner System

**CLAIM OF PRIORITY**

Commissioner of Patents  
P.O. Box 1450  
Alexandria, VA 22313-1450

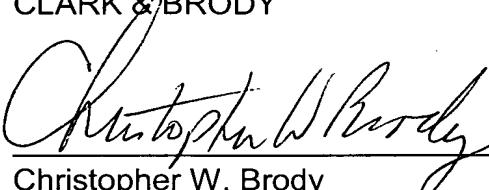
Sir:

Applicant for the above-identified application, by his attorney, hereby claims the priority date under the International Convention of Japanese Patent Application No. 2002-374375, filed December 25, 2002, and acknowledged in the Declaration of the subject application. A certified copy of the Application is attached.

Respectfully submitted,

CLARK & BRODY

By

  
Christopher W. Brody  
Reg. No. 33,613

1750 K Street, NW, Suite 600  
Washington, DC 20006  
Telephone: 202-835-1111  
Facsimile: 202-835-1755  
Docket No.: 12073-0004  
Date: December 23, 2003

日本国特許庁  
JAPAN PATENT OFFICE

別紙添付の書類に記載されている事項は下記の出願書類に記載されている事項と同一であることを証明する。

This is to certify that the annexed is a true copy of the following application as filed with this Office.

出願年月日      2002年12月25日  
Date of Application:

出願番号      特願2002-374375  
Application Number:

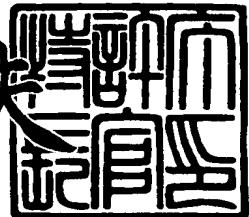
[ST. 10/C] :      [JP2002-374375]

出願人      信越化学工業株式会社  
Applicant(s):

2003年 8月22日

特許庁長官  
Commissioner,  
Japan Patent Office

今井康夫



【書類名】 特許願  
【整理番号】 2002-0439  
【あて先】 特許庁長官殿  
【国際特許分類】 C03B 37/012  
F23D 14/22

## 【発明者】

【住所又は居所】 群馬県安中市磯部2丁目13番1号 信越化学工業株式会社 精密機能材料研究所内  
【氏名】 清水 佳昌

## 【特許出願人】

【識別番号】 000002060  
【氏名又は名称】 信越化学工業株式会社

## 【代理人】

【識別番号】 100093735  
【弁理士】  
【氏名又は名称】 荒井 鐘司  
【電話番号】 03-3270-0858

## 【選任した代理人】

【識別番号】 100105429  
【弁理士】  
【氏名又は名称】 河野 尚孝

## 【選任した代理人】

【識別番号】 100108143  
【弁理士】  
【氏名又は名称】 嶋崎 英一郎

## 【手数料の表示】

【予納台帳番号】 172293  
【納付金額】 21,000円

【提出物件の目録】

【物件名】 明細書 1

【物件名】 図面 1

【物件名】 要約書 1

【包括委任状番号】 0006623

【プルーフの要否】 要

【書類名】 明細書

【発明の名称】 光ファイバ用プリフォームの加工方法、これに用いる装置

【特許請求の範囲】

【請求項1】 ガラス旋盤を用いての光ファイバ用プリフォームの加工工程において、ガスの流れる管が複数の領域に分けて配設され、各領域の管に供給されるガスの流量が領域毎に変更可能な構造を有するバーナーが用いられることを特徴とする光ファイバ用プリフォームの加工方法。

【請求項2】 ガスの流れる管が、可燃性ガスの流れる外筒内に配設された支燃性ガスの流れる複数の内管からなり、これらの内管が、同心円状に区画された複数の領域に配設されている請求項1に記載の光ファイバ用プリフォームの加工方法。

【請求項3】 同心円状に区画された複数の領域の数が、3以上である請求項2に記載の光ファイバ用プリフォームの加工方法。

【請求項4】 バーナーの各領域へのガス流量が、加工される光ファイバプリフォームの径に応じて変更可能に構成されている請求項1乃至3のいずれかに記載の光ファイバ用プリフォームの加工方法。

【請求項5】 バーナーの各領域に供給される支燃性ガスの流量が、段階的又は徐々に変更可能に構成されている請求項1乃至4のいずれかに記載の光ファイバ用プリフォームの加工方法。

【請求項6】 請求項1乃至5のいずれかに記載の光ファイバ用プリフォームの加工方法に用いられるバーナーを備えていることを特徴とする光ファイバ用プリフォームの加工装置。

【発明の詳細な説明】

【0001】

【発明の属する技術分野】

本発明は、光ファイバ用プリフォーム(以下、単にプリフォームと称する)の外径を精密に調整したり、表面を火炎研磨したり、端部を光ファイバの線引きに都合の良い形状に絞り加工したりするのに好適なプリフォームの加工方法、これに用いる装置に関する。

### 【0002】

#### 【従来の技術】

軸付け法(VAD法)、外付け法(OVD法)等によりガラス微粒子を堆積して多孔質ガラス母材を製造し、これを脱水し焼結することで、透明ガラス化した母材インゴットが得られる。これをさらに電気炉で粗延伸し、線引き時に使用する径に縮径することで、プリフォームと称する一次加工品が得られる。

### 【0003】

得られたプリフォームは、さらに、ガラス旋盤などを用いて二次加工が行われる。この二次加工工程には、外径を精密に調整加工する延伸工程、表面に付着したシリカ粉(以下、シリカクラウドと称する)や細かい傷を除去するとともに、プリフォーム内部に残留する熱歪みを除去する火炎研磨工程、さらに、端部を線引きに好適な絞り形状に加工する絞り工程などが挙げられる。

### 【0004】

プリフォームの外径は、精密に調整加工する必要がある。プリフォームを線引きする際、外径が変動していると、線引き装置の加熱炉にプリフォームを入れ、送り込みを始めると、加熱炉のガスシール部材とプリフォームとの間に隙間ができる、加熱炉内部に空気が混入することによって、炉材の酸化、異物付着等によるファイバ破断確率の増大、さらに、加熱炉内部のガスの流れが変化することによるファイバ径変動の増大などの問題が発生する。このため通常、外径変動は、プリフォームの長手方向で±1%以下に押さえる必要がある。

### 【0005】

プリフォーム表面に付着しているシリカクラウドや傷も、急激なファイバ径の変動や破断の原因となるため、プリフォーム加工の段階で火炎研磨を行い、取り除いておくことが望まれる。

また、プリフォームの線引き開始から、ファイバ径が安定化するまでの時間を短縮するために、プリフォームの端部は、図6に示すようなテーパー形状に加工しておくことが望まれる。

### 【0006】

このように、プリフォームの加工には多くの工程があり、加工にはそれぞれの

工程に応じて、適切な火力と火炎形状が必要とされる。

従来、プリフォーム加工用のバーナーとしては、石英ガラスやステンレスで作られた図7に示すような構造を有する小型バーナーを、図8に示すように4～6本並べて、あるいは半円状または円周状に多数並べて配置したものが使用されていた。

#### 【0007】

これらのバーナーには、支燃性ガスと可燃性ガスが供給され、バーナーの内部や出口で混合されたガスの燃焼火炎によって、プリフォームが加熱され、加工が行われる。通常、支燃性ガスには酸素が使われ、可燃性ガスには水素や、メタン、プロパンなどが用いられる。バーナーの形式は、ガスがバーナー内部で予め混合され、バーナーの先端で燃焼される予混合方式、またはバーナー先端まで別々に供給され、バーナーの先端で混合と同時に燃焼する後混合方式に分類される。

#### 【0008】

可燃性ガスに水素を用いる場合には、バーナー内部で水素が燃焼するバックファイヤを起こしやすいことから、後者を選択する方が望ましく、この形式のバーナーには、例えば、特許文献1に記載のものがある。

また、プリフォームの加工に使用されるバーナーの例としては、支燃性ガスを供給するノズルの並び方を規定している特許文献2に記載のものがある。このバーナーは、可燃性ガスが供給される外筒の中に、支燃性ガスを流す多数の内管が挿入されており、バーナーの先端で支燃性ガスと可燃性ガスが混合され、バーナーの先端部で強力な火炎が得られる。

#### 【0009】

従来のバーナーでは、これらの支燃性ガスや可燃性ガスの流量を変化させることで、火炎の太さや強さを変更していた。

このようなバーナーをプリフォームの加工に用いた場合、例えば、火炎を細く絞ろうとするときには、ガスの流量を小さくするため、火炎の勢いが弱くなってしまっていた。すなわち、細い火炎の状態では、強力な火力を得ることが難しかった。

#### 【0010】

このため、細くて強力な火炎を必要とするケース、例えば、プリフォームの端部を、図6に示すようなテーパー形状に加工するときは、限られた領域のみを加熱して、プリフォームの径を小さくする必要がある。このとき、太い火炎でプリフォームを加熱すると、プリフォームの広い範囲が加熱され、テーパー形状に端部をうまく成形することができない。

#### 【0011】

逆に、火炎を太くして、加熱範囲を大きくするときは、ガスの流量を大きくするため、火力が強力となり、弱い火炎を得ることが困難であった。このため、外径を調整する延伸工程や、火炎研磨工程では、プリフォームの広い範囲を緩やかに加熱する必要があるが、火炎を太くすると火力が強力になりすぎ、精度のよい加工は困難であった。このような場合に使用するバーナーとしては、火炎の太さをプリフォームの径に合わせて調整でき、条件によって火炎の勢いも自由に変化できることが望ましい。

#### 【0012】

火炎研磨工程において、残留歪みを極力少なくする火炎調節方法が特許文献3に記載されている。

また、特許文献4、5には、プリフォームの端部絞り方法、およびこれに用いる装置が記載されているが、加工の各工程において、バーナーの火炎を調整する方法については記載していない。

#### 【0013】

【特許文献1】 特開昭52-45740号公報

【特許文献2】 特開2000-220810号公報

【特許文献3】 特開2000-256027号公報

【特許文献4】 特開2000-143268号公報

【特許文献5】 特開2000-203864号公報

#### 【0014】

##### 【発明が解決しようとする課題】

上記したように、プリフォームを加工するには、加工の工程や条件に合わせて、いろいろな太さや強さの火炎を作れることが望ましいが、公知のバーナーでは

、加工の工程や条件に合った様々な火炎を同一バーナーで形成することは極めて困難であった。

本発明は、このような事情に鑑み、延伸から火炎研磨、端部絞り工程に至るプリフォームの各加工工程を同一の装置で行うことのできる、プリフォームの加工方法、これに用いる装置を提供することを目的としている。

### 【0015】

#### 【課題を解決するための手段】

本発明のプリフォームの加工方法は、ガラス旋盤を用いてのプリフォームの加工工程において、ガスの流れる管が複数の領域に分けて配設され、各領域の管に供給されるガスの流量が領域毎に変更可能な構造を有するバーナーが用いられる特徴としている。

本発明においては、ガスの流れる管は、可燃性ガスの流れる外筒内に配設された支燃性ガスの流れる複数の内管からなり、これらの内管が、同心円状に区画された複数の領域に配設され、この領域の数が3以上のバーナーを使用するのが望ましい。

### 【0016】

本発明のプリフォームの加工方法において、バーナーの各領域へのガス流量を、加工されるプリフォームの径に応じて変更可能に構成し、さらに、バーナーの各領域に供給される支燃性ガスの流量も、加工に好適な太さに火炎を調整することができるよう、段階的又は徐々に変更可能に構成するのが望ましい。

本発明のプリフォームの加工装置は、上記プリフォームの加工方法で用いられるバーナーを備えており、該加工装置を用いることで、全てのプリフォーム加工工程に好ましく対応することができる。

### 【0017】

#### 【発明の実施の形態】

以下、本発明を図1乃至図5を用いて詳細に説明するが、本発明はこれらに限定されるものではなく、様々な態様が可能である。

プリフォームの加工は、例えば、図1に示すようなガラス旋盤を用いて行われる。

### 【0018】

ガラス旋盤は、プリフォーム1を把持し回転駆動するためのチャック機構2、プリフォーム1を加熱するバーナー3、バーナー3とチャックを駆動するモーター4、ガス量を調整するバルブ5およびマスフローコントローラー(以下、MFCと略す)6、ガス配管群7、および駆動系とガス系の制御装置(図示を省略)で構成されている。なお、符号8はテールストックである。

このようなガラス旋盤を用いて、プリフォームの様々な加工が行われる。

### 【0019】

本発明で使用されるガラス旋盤には、図2、3に示すようなバーナーが配設されている。図2はバーナーの斜視図であり、図3は該バーナーのノズル部を示す平面図である。

本発明で使用されるバーナーは、可燃性ガスと支燃性ガスとを効率的よく混合するために、図2のように、円筒状の外筒9の中に複数の内管10を配置し、さらに、外筒9は、図3に示すように、同心円状に複数の領域に分けられ、各領域には、内管10が配設されている。

### 【0020】

外筒9内に水素や、メタン、プロパンなどの可燃性ガスが流され、内管10に支燃性ガス(酸素)が流される。これにより、支燃性ガスと可燃性ガスは、別個にバーナー内に導入され、バーナーの先端で混合されて、燃焼される。なお、符号11は水素吹き出し部であり、符号12は中央領域である。

さらに、本発明の加工装置が備えているバーナーは、各領域に流されるガスの流量を、バルブ及び／又はMFC6で個別に制御できる構造となっている。

### 【0021】

各領域に流されるガス量を自動で制御するには、図4に示すように、ガス配管群7のガス流路7a, 7b, 7c, 7d毎に、個別にMFC6を設け、図示していない制御装置からの指示で、ガスの流量を変更することで行われる。

流量調整のために、バルブ13とMFC6を設けているのは、以下の理由による。

すなわち、作業者がガス量を手動で調整しながらプリフォームの加工を行うと

きには、MFC6を全開に設定して、手動バルブ13で流量を変更することができる。コンピュータなどでガス量を自動制御するときは、手動バルブ13を全開にして、MFC6で流量を設定することができる。

#### 【0022】

バーナーの外筒内を同心円状に分ける領域の数は、多いほど火炎の強さを細かく調整できるが、制御が複雑になるため、現実的には図3の例のように、3つ程度にするのが好ましい。

バーナーを構成する材質としては、SUS等の金属や石英ガラスなどが挙げられるが、製作再現性が高く、内管すなわち細管の数を容易に増やすことができるため、特にクリーン度が必要な場合を除いて、金属材料の方が好ましい。

#### 【0023】

本発明の加工装置が備えているバーナーは、火炎の太さを問わず、ガスの流路毎に火力の強弱を調整できる構造を有しているため、プリフォームの様々な加工に使用できる。

プリフォームの加工には、図5に示すように、(a) プリフォームを把持して加工するためのダミー部を、プリフォームの両端に接続するダミー接続加工、(b) 外径を所定の径に延伸する延伸加工、(c) プリフォーム表面の火炎研磨加工、(d) 端部を光ファイバの線引きに都合の良い形状に成形する絞り加工、さらに、(e) 溶断加工等があり、加えて、被加工物であるプリフォームの径が変わると、それに合わせて、火炎の形状や強さの調整が必要となる。

#### 【0024】

ダミー接続加工及び延伸加工では、プリフォームを一部溶融状態になるまで加熱するため、最も強い火力が必要とされる。この場合、支燃性ガスをすべての領域から噴出し、可燃性ガスの流量も大きくする。ただし、流すガスの量は、プリフォームの太さによって変えられ、Φ60mmとΦ80mmの場合では、ガス量は1:2程度に設定される。

#### 【0025】

火炎研磨加工は、プリフォーム表面に付着したシリカクラウドや、微細な傷の除去、プリフォーム内部の熱歪みを除去するために行われる。この場合、火力が

強すぎると、プリフォームの表面からシリカが昇華し、プリフォーム表面にシリカクラウドとなって再付着する。また、加熱温度が低すぎると、傷やシリカクラウドの除去が不十分であったり、プリフォームの内部まで十分に加熱することができず、残留歪みを除去することができない。さらに、プリフォーム内部の残留歪みが十分に取り除かれていないと、火炎研磨を終了し、冷却していく途中で、プリフォームの表面近くでクラックが発生する原因となる。

火炎研磨においては、火力の強さとともに、バーナーの移動速度も重要なパラメーターである。このためガスの流量とバーナーの移動速度は、プリフォームの外径に従って、パラメーターとして最適化しておく必要がある。

#### 【0026】

絞り加工では、強い火力で初期加熱を行い、テールストックを移動させることにより溶断できる程度の細さまで、プリフォームを延伸した段階で、可燃性ガス及び支燃性ガスの流量と、支燃性ガスを流す領域を絞り、火炎の太さを次第に細くしながら、さらにテールストックを移動させ、目的とする絞り形状を作りだす。

この場合、支燃性ガスを流す領域が変更できることは重要であり、支燃性ガスの流す領域を一定にしたままで、ガス量を絞って火炎を弱くすると、プリフォームの広い範囲が加熱されるため、絞り部分が長くなり、好ましくない。絞り部分の長さを自由に調整できるようにするために、支燃性ガスを流す領域を変更することで、火炎そのものの太さを変えられるようにする必要がある。

#### 【0027】

溶断加工は、絞り加工工程のあとに付随し、プリフォームの絞られた部分に細い火炎を吹きつけ、溶融・切断する。この場合に求められる火炎は、細く絞られ、比較的流速の早いものである。この加工は、別にハンドバーナーを用意して、プリフォームを焼き切ることで代用することも可能であるが、同一のバーナーですべての工程を行えた方が、手間がかからないため好ましい。

#### 【0028】

上記したとおり、本発明によるプリフォームの加工方法、これに用いる装置によれば、あらゆる太さのプリフォームとすべての加工工程に対して、設定された

条件を変更するだけで、同一の装置によってプリフォームを所望の形状に加工することができる。

### 【0029】

#### 【実施例】

##### (実施例1)

図1に示すガラス旋盤に、図2のバーナーを取り付け、太さ $\phi$ 60mmのプリフォームの絞り加工を行った。このバーナーは、水素ガスの流される内径 $\phi$ 30mmのSUS製外筒内に、酸素ガスの流される外径 $\phi$ 3mm、内径 $\phi$ 1.5mmのSUS製細管を、同心円状に配置し、内側から外側に向かって3つの領域に分け、それぞれの領域毎に個別に酸素ガスの配管を接続した。水素ガス1系統と、酸素ガス3系統には、それぞれ手動バルブとMFCが直列に配設され、制御装置からの信号にもとづいてMFCを制御することで、バーナー及びテールストックの移動、ガス量の設定を自動運転で行った。

### 【0030】

バーナーに供給するガスの流量は、水素ガスを最大500SLM (Standard Liter per Minute)、3つの領域に分けられた3系統の酸素ガスの流量は、それぞれ外筒の外縁側から順に、最大250SLM、150SLM、10SLMとした。

絞り加工の工程は、さらに一次加熱、一次延伸、二次加熱、二次延伸の小工程に分けることができる。それぞれの小工程において、ガス量とバーナー、テールストックの移動量が設定される。本実施例でのこれらのパラメーターは、表1のように設定した。

この結果、絞り部分の長さ(図6参照)をプリフォームの直径とほぼ同じ、62mmと短くすることができた。

### 【0031】

【表1】

小工程	バーナーガス量(SLM)				バーナー移動量 (mm)	テールストック 移動量 (mm)
	水素	酸素1	酸素2	酸素3		
一次加熱	250	130	50	10	0	0
一次延伸	200	110	40	10	5	10
二次加熱	130	0	60	7	5	10
二次延伸	100	0	50	5	20	30

## 【0032】

(比較例1)

図1に示すガラス旋盤に、図7のバーナーを4本取り付け、太さΦ60mmのプリフォームの絞り加工を行った。このバーナーは、外周部から水素ガスを、内周部から酸素ガスを吹き出し、バーナーの先端でガスを混合し燃焼するようになっている。実施例1と同様に、一次加熱、一次延伸、二次加熱、二次延伸の順に、バーナーに供給するガス量を変化させながら、バーナーとテールストックを移動させながら、絞り部分を形成した。

## 【0033】

各バーナーに供給されるガス量は、水素ガスが最大100SLM、酸素ガスが最大50SLMとし、全バーナーに同時に供給されるガスの流量は同じとし、全てのバーナーのガス量を同時に変化させて、火炎の強さを調節した。下表に示したのは、バーナー1本当たりのガス量で、全体のガス量はこの4倍になる。

## 【0034】

【表2】

小工程	バーナーガス量(SLM)		バーナー移動量 (mm)	テールストック 移動量 (mm)
	水素	酸素		
一次加熱	80	40	0	0
一次延伸	60	30	5	10
二次加熱	20	10	5	10
二次延伸	15	7	20	30

**【0035】**

このような条件でプリフォームの絞り加工を行なったところ、特に、二次加熱以降で、バーナーに流すガス量を絞ったにも関わらず、火炎はプリフォームの長手方向に広がり、縮径した部分全体が加熱され、絞り部分の長さは、120mmにまで長くなった。

**【0036】****【発明の効果】**

本発明によれば、プリフォームの様々な加工や条件に合わせて、火炎をいろいろな太さや強さに調整することができる。さらに、プリフォームの径に合わせて、火炎の形状や強さを調整することができ、設定された条件を変更するだけで、同一の装置によってプリフォームを所望の形状に加工することができる、等の優れた効果が得られる。

**【図面の簡単な説明】**

**【図1】** 本発明で使用するガラス旋盤の一例を示す概略図である。

**【図2】** 本発明のバーナーの一例を示す斜視図である。

**【図3】** 本発明のバーナーのノズル部を示す平面図である。

**【図4】** 本発明のバーナーのガス流量を制御するためのガス配管例を示す概略図である。

**【図5】** (a) ~ (e) は、プリフォームの様々な加工工程を説明する概略図である。

**【図6】** プリフォームの好ましい端部形状を説明する概略図である。

**【図7】** 従来例の小型バーナーを示す概略断面図である。

**【図8】** 図7の構造を有する小型バーナーを4台配置した斜視図である。

**【符号の説明】**

1 ……プリフォーム、

2 ……チャック機構、

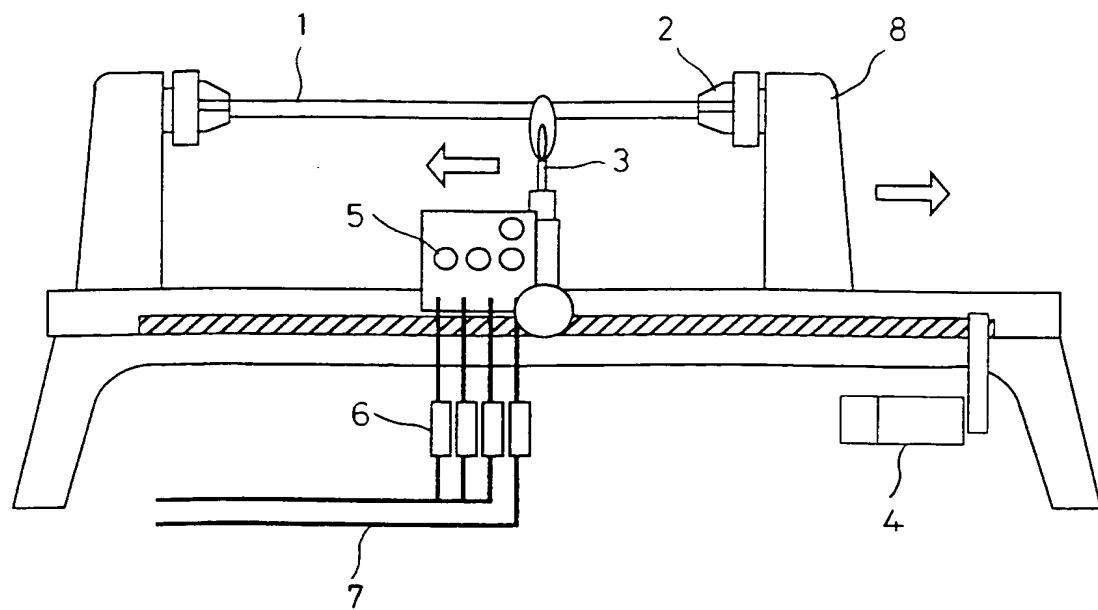
3 ……バーナー、

4 ……モーター、

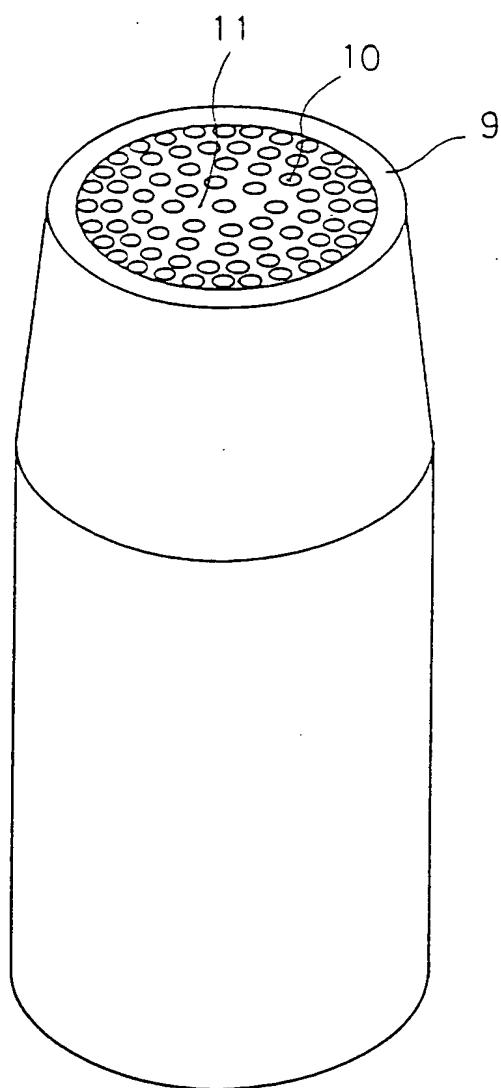
- 5 ……バルブ、
- 6 ……マスフローコントローラー(MFC)、
- 7 ……ガス配管群、
- 7 a, 7 b, 7 c, 7 d ……ガス流路、
- 8 ……テールストック、
- 9 ……外筒、
- 10 ……内管（細管）、
- 11 ……水素吹き出し部、
- 12 ……中央領域、
- 13 ……手動バルブ、
- 14 ……ダミーロッド。

【書類名】 図面

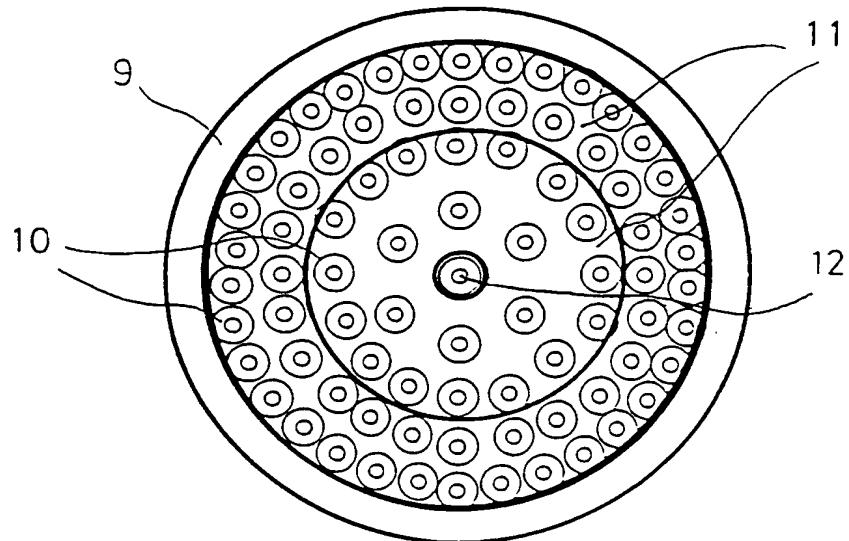
【図 1】



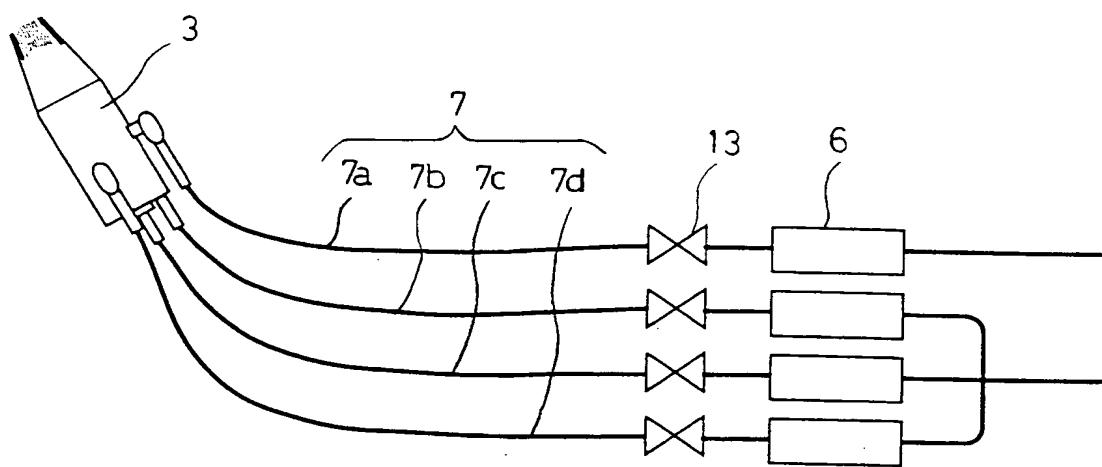
【図2】



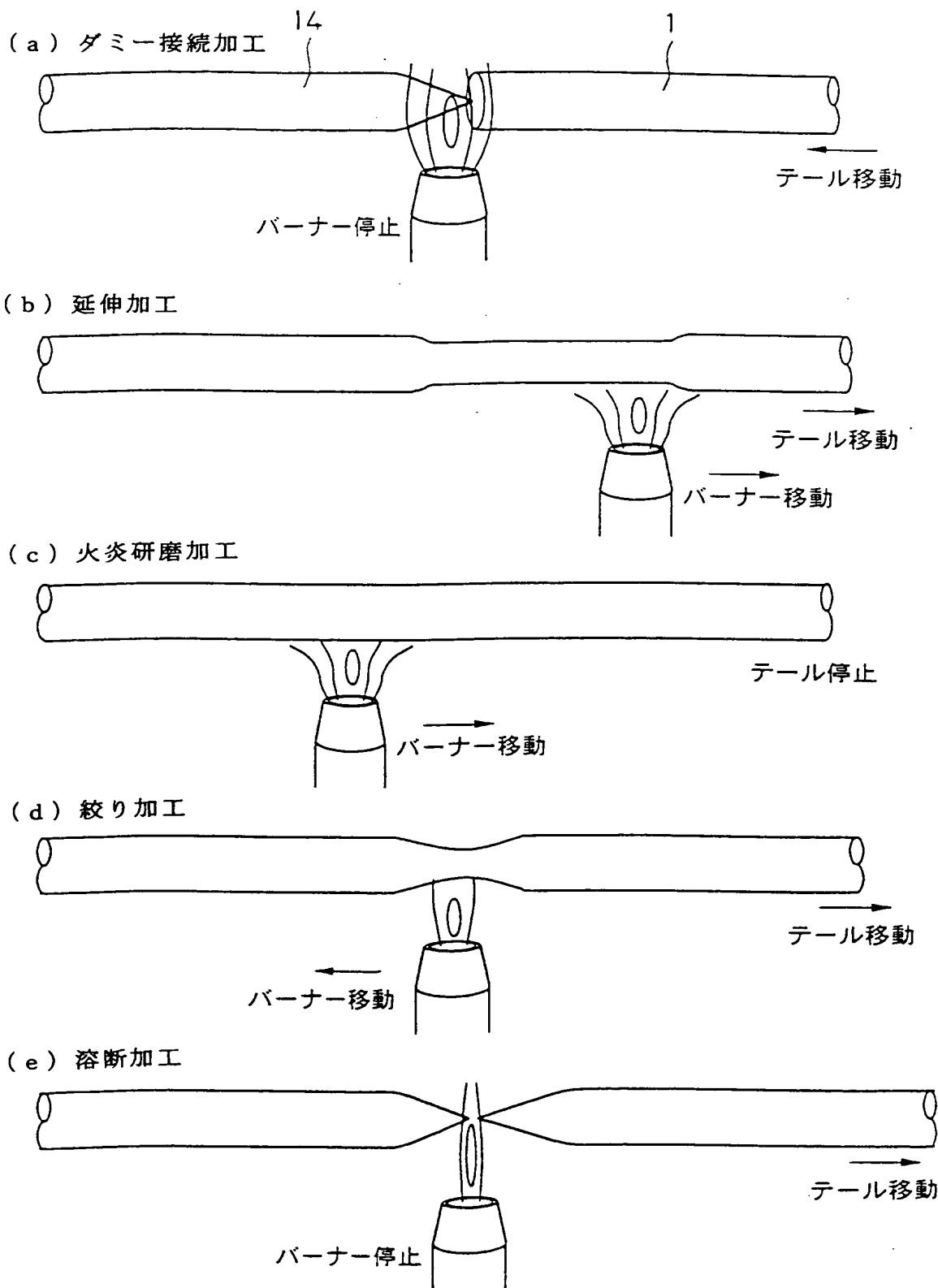
【図3】



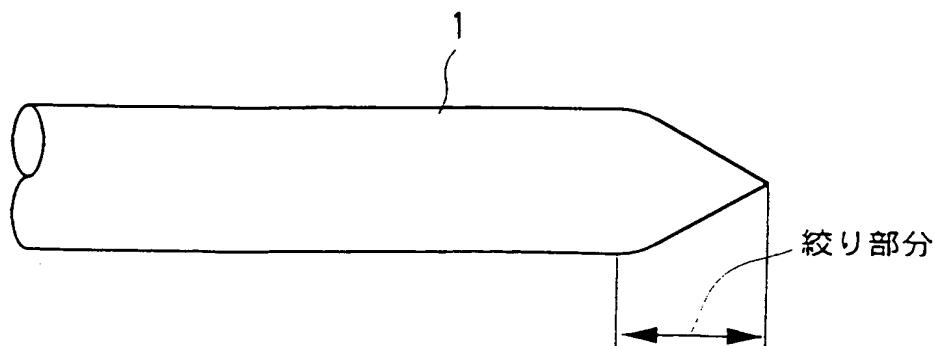
【図4】



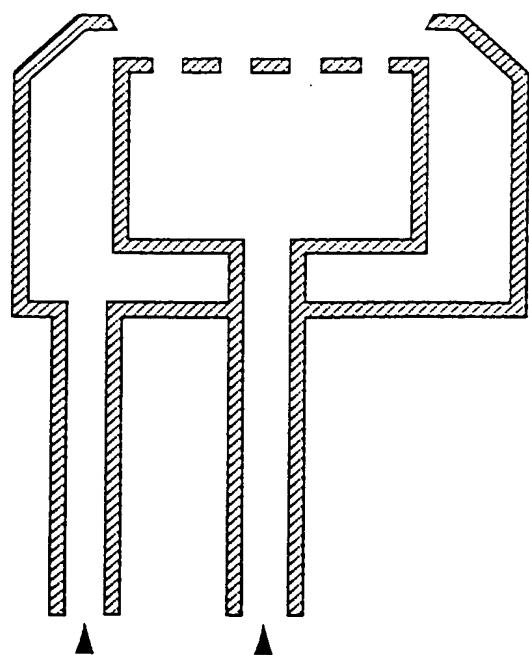
【図 5】



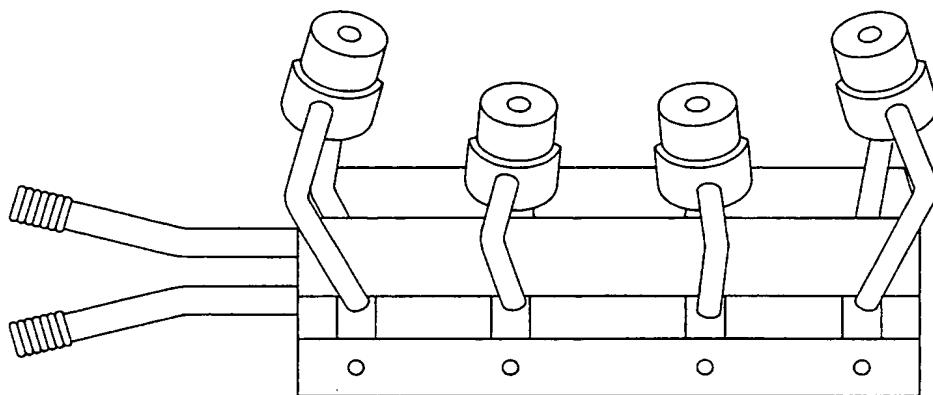
【図6】



【図7】



【図8】



【書類名】 要約書

【要約】

【課題】 延伸から火炎研磨、端部絞り工程に至る、光ファイバ用プリフォームの各加工工程を、同一の装置で行うことのできる、光ファイバ用プリフォームの加工方法、これに用いる装置を提供する。

【解決手段】 本発明の光ファイバ用プリフォームの加工方法は、ガラス旋盤を用いてのプリフォーム1の加工工程において、ガスの流れる管が複数の領域に分けて配設され、各領域の管に供給されるガスの流量が領域毎に変更可能な構造を有するバーナーが用いられることを特徴とし、ガスの流れる管は、可燃性ガスの流れる外筒9内に配設された支燃性ガスの流れる複数の内管10からなり、これらの内管10が、同心円状に区画された複数の領域に配設されており、この領域の数は好ましくは3以上とされる。

【選択図】 なし

## 認定・付加情報

特許出願の番号 特願2002-374375  
受付番号 50201962744  
書類名 特許願  
担当官 第五担当上席 0094  
作成日 平成15年 1月 6日

## &lt;認定情報・付加情報&gt;

【提出日】 平成14年12月25日

次頁無

特願2002-374375

出願人履歴情報

識別番号 [000002060]

1. 変更年月日 1990年 8月22日  
[変更理由] 新規登録  
住 所 東京都千代田区大手町二丁目6番1号  
氏 名 信越化学工業株式会社
2. 変更年月日 2003年 4月11日  
[変更理由] 名称変更  
住 所 变更  
氏 名 東京都千代田区大手町二丁目6番1号  
信越化学工業株式会社